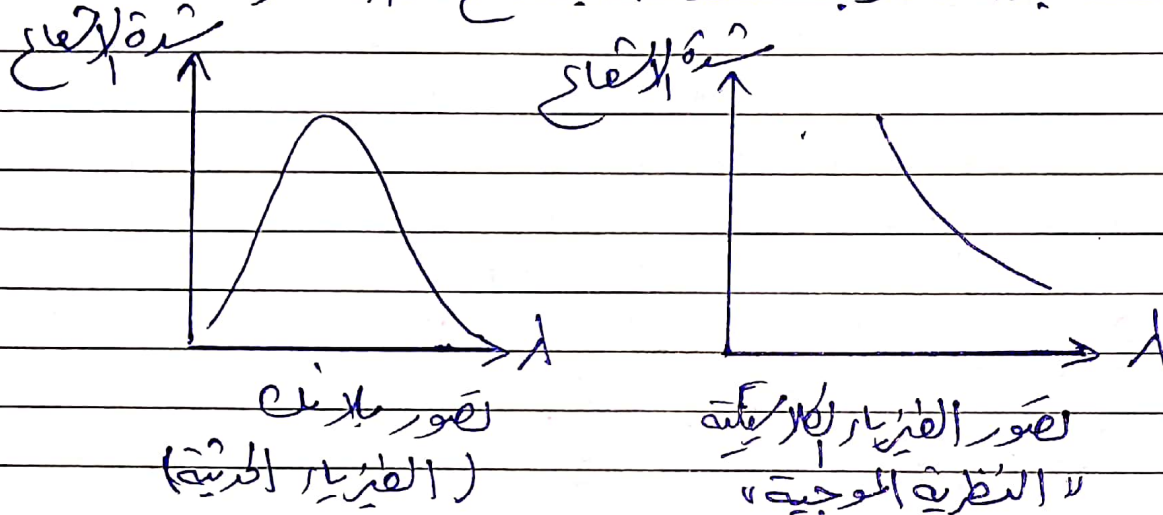


① اسرار الكم

فصل أفكار الوحدة الثانية فيزياء

تحدث في الفيزياء الحديثة «الفصل الأول»

① سر بحث بلانك ينطج أم في حالة الترددات العالية جدًا أو المنخفضة جدًا تقترب شدة الإشعاع من الصفر



ملاحظ أن كلا من الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة قد اتفقتا على المختل الأزعة وهو المعبر عن العلاقة الطردنية بين شدة الإشعاع والتردد حيث أنه كلما زاد تردد الإشعاع زادت شدته وذلك بسبب الطبيعة الموجية للضوء

أما المختل الأسر وهو أنه في حالة الترددات العالية للإشعاع فإن شدة الإشعاع تقترب من الصفر فهذا ما فشلت في تفسيره الفيزياء الكلاسيكية لأنها لم تراعي أن للضوء طبيعة جسيمية

حدث أن بلانك قد فر ذلك بالتعبير أن الذرة المتوهجة تطلق إشعاعات على هيئة فوتونات حيث

$$E = h \nu \quad (\text{طبيعة جسيمية})$$

طاقة الفوتون

وبالتالي فإن شدة الإشعاع تعتمد على عدد الفوتونات

ولكن يفرض شدة طاقة الإشعاع الكلي فإن

$$\therefore E_{\text{كل}} = n E_{\text{الفوتون}} \quad \text{عدد الفوتونات} = n$$

② تردد الإشعاع

ولكن يمكن ثابت فيام
 $E \propto \frac{1}{n}$
 عدد الفوتونات للفوتون

من استنتج بلانك أنه

$E \propto \nu$
 الفوتون التردد

$\nu \propto \frac{1}{n}$
 $E \propto \frac{1}{n}$
 للفوتون

من زيادة التردد تقل عدد الفوتونات أي تقل شدة الإشعاع
 من في الترددات العالية هذا تقريب شدة الإشعاع من الصفر

③ من مبحث بلانك يتضح أنه عند زيادة درجة الحرارة تزداد شدة الإشعاع وتقل الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع

④ قانون فيسب العلاقة العكسية بين الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع ودرجة الحرارة على شكل

⑤ تم استخدام قانون فيسب للتعرف على درجة حرارة النجوم من خلال المقارنة مع درجة حرارة والطول الموجي طين فيسب سويج على الأرض حيث

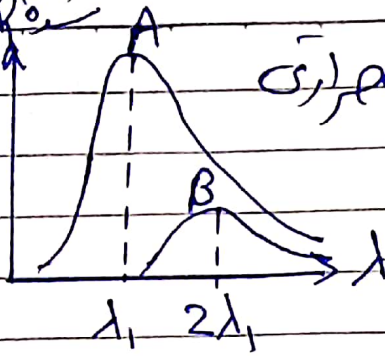
$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

لنجوم
 الشمس
 للنجم
 للنجم

⑥ من مبحث بلانك يتضح أن الأصنام الباقية غير المتوهجة تصدر عن الإشعاع في منطقة الضوء غير المرئي (IR)

③ المسار الكلاسيكي

شدة الإشعاع



⑥ مع الشكل المقابل: السعة بين درجتهم لارت

التي بين A و B الخلقه هي T_A

$$\frac{T_A}{T_B}$$

كنية $\frac{2}{1}$ لأم

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{2\lambda_1}{\lambda_1} = \frac{2}{1}$$

⑦ إذا كانت درجة حرارة الجسم (A) < درجة حرارة جسم (B)

فإن سعة الطاقة الكلية للإشعاع الصادر من (A) إلى الطاقة الكلية للإشعاع الصادر من B تكون أكبر من الواحد الصحيح وذلك لأن الطاقة الكلية للإشعاع تزداد بزيادة

التردد والذى يزداد بزيادة درجة الحرارة.

⑧ سرعة الضوء الفوتون = سرعة = سرعة الضوء

⑨ لا يمكن تعجيله

⑩ لا يتوقف بالحالة الكري أو بالبحر المتناهي

⑪ ليس له كتلة في حالة السكون

⑫ طاقته تزداد بزيادة تردده

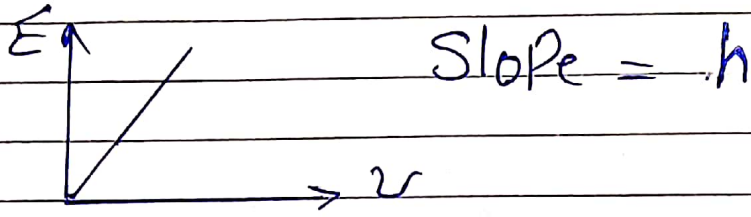
⑬ عليه صياغة قوانين الفوتون مع المعادلة الآتية

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \underbrace{m}_{\text{كتلة}} \underbrace{c^2}_{\text{كمية تحركه}} = P \cdot c$$

وبالتالي عليه إيجاد أي كمية فيزيائية متعلقة به مثل

④ اسرار الكهرسوف

⑩ الشكل البياني المعبر عن علاقة طاقة الفوتون وتردده هي



⑪ عند زيادة تردد الفوتونات الصادرة من جسم المتوهج فيام عددها يقل والقيمة تزداد.

⑫ في تجربة كومبتون فيام : ① طاقة الفوتون الساقط أكبر من طاقة الفوتون المشتت

لأن

عند اصطدام الفوتون بالإلكترون فإنه يفقد جزء من طاقته لصالح الإلكترون.

③ الطول الموجي للفوتون الساقط أقل من الطول الموجي للفوتون المشتت

لأن

الفوتون المشتت طاقة أقل فيقل تردده فيزداد طوله الموجي

④ سرعة الفوتون الساقط تساوي سرعة الفوتون المشتت

لأن

سرعة الفوتون لا تتغير حيث عندما يقل تردده يمتد طوله الموجي فيزداد طوله الموجي فيمتد طوله الموجي فيمتد طوله الموجي

⑬ في المصباح الكهربائي المتوهج فيام نسبة شدة الأشعة تحت الحمراء الصادرة عنه إلى نسبة شدة الأشعة المرئية تكون أكبر من واحد لأنها تمثل نسبة 50% بينما تمثل الفوتون المرئية نسبة 20%

(5) انتشار الكهرسكون

(١٤) عند تحريك قطعة من الحديد خارج الاستعمال الخارج منها يتربط
مع درجات الحرارة من حيث الترتيب التالي من اليسار إلى
اليمنى

$I-R \rightarrow R \rightarrow Y \rightarrow b \rightarrow w$
بنيضار زرقوار صفوار حمرا قنقة حمرا

يقول الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع
وتردد الزرد

(١٥) من خصائصه أربعة الكاثود: (١) جسيمات مشحونة بشحنة
سالبة.

(٢) تتأثر (تتأثر) بالمجال الكهربائي
والمغناطيسي.

(٣) ليست كل سرعة ثابتة حيث تختلف
بأختلاف الطاقة.

(٤) تختلف سرعتها (أقل) من سرعة

الموجات الكهرومغناطيسية لأنها موجات
مادية.

(١٦) من خصائصه الإلكترونية المتحررة: (١) له طبيعة مزدوجة موجية
وجسيمية.

(٢) يقل الطول الموجي المصاحب لطوقته
عند زيادة سرعته.

(٣) شحنته سالبة لذا يتأثر بالمجال
الكهربائي والمغناطيسي.

(٤) يجذب للوع الموجي في المجال الكهربائي

في مسار قطع مكافئ بينما يتحرك

في مسار دائري في المجال المغناطيسي
المعزى على اتجاه حركته.

⑥ احسار انكسر سطحي

①٧ في انبوية أشعة الكاثود عند انقاصه فرق الجهد للتيارة فإيم شدة الاضاءة السائبة القلورية تنقل لأم

حيث V : جهد التارة $\frac{1}{2} meV^2 = eV$

حيث $V \propto K E$ فتقل طاقة الحركة للتيارة
جهد التارة وتقل شدة الاضاءة في التارة

①٨ التلوسم ويرتفع مع كاسم بفضاء السرعة فإيم لطول الموجة المصاحب للتلوسم يكون أكبر من طول الموجة المصاحب للتلوسم

لأم
عند انبوية سرعة $\lambda \propto \frac{1}{me}$ دي برادلي

①٩ في انبوية أشعة الكاثود عندما تتلف الفتيحة لا تضيئ التارة القلورية لعدم سقوط التلوسمات على

② في انبوية أشعة الكاثود عندما تكون سرعة التلوسم هي « V » عند تعبيله بفرق جهد « V » فإذا زاد فرق الجهد المؤثر عليه إلى $2V$ فإن سرعة التلوسم تصبح $\sqrt{2} V$

لأم
 $K E_{max} = \frac{1}{2} meV^2 = eV$

عند انبوية $me e$ فإيم

$V^2 \propto V$
فرق الجهد السرعة

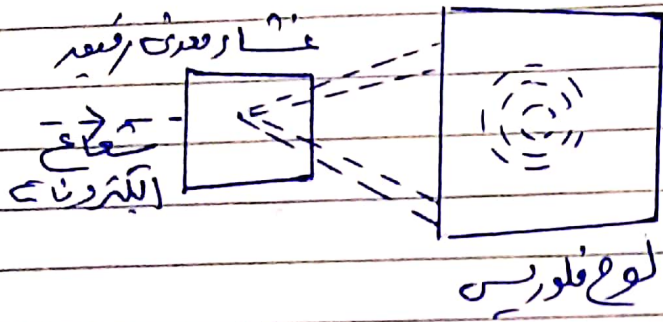
وعند ما يصبح فرق الجهد $2V =$

فإيم مربع السرعة $2V =$

$V^2 = 2V \Rightarrow V = \sqrt{2} V$

OSCAR

(7) اسرار الكون



(٩١) في التحليل الفلوري : ملاحظ
ظهور مناطق خلقية على اللوح
الفلوريس مما يدل على أن
للإلكترونات الحركة خواص
موجية لأن وجود المناطق

الخلقية على اللوح يؤكد أنه قد حدثت بداخل منه البناء ومنه
الهدام مما يؤكد أن للإلكترونات خواص موجية

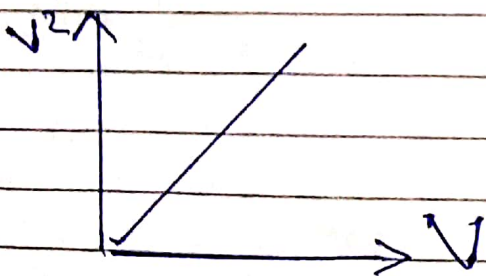
(٩٢) متوقف انبعاث الإلكترونات من سطح كاثود خلية كهرومغناطيسية
على (١) نوع مادة الكاثود (٢) تردد الضوء الساقط

(٩٣) متوقف دالة النقل للسطح على نوع مادة السطح للفلز

(٩٤) عند تصاعف تردد الضوء الساقط على سطح فلز فإنه دالة
النقل لهذا الفلز تظل ثابتة وذلك لأن دالة النقل للفلز
لا تتوقف على التردد ولكنه يتوقف على نوع مادة السطح للفلز فهي
صفة مميزة لكل فلز.

(٩٥) عند كسوف الإلكترونات في الطول الموجي المناسب لها
فإنها سيأويهم الضياء في حمية تحركها حسب معادلة دي برولي

(٩٦) الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين مربع سرعة
الإلكترونات المبثثة في أنبوبة أشعة المهبط وفرق الجهد
بين المهبط والمصدر هو



$$\text{Slope} = \frac{2e}{me}$$

⑧ إصدار الجسم الأسود

٢٧) إذا كان λ_m للنش $0.5 \mu m$ فأين يكون المصدر
صدر الإشعاع عندئذٍ أسود به ما يرغب هو تقريباً $8 \mu m$

للم
درجة حرارة على النسبة = $6000 K^\circ$

درجة حرارة الماء المثلج = $273 + 100 = 373 K^\circ$

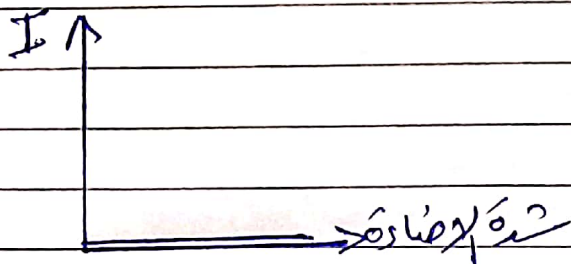
$$\frac{\lambda_m}{\lambda_{\text{ماء}}} = \frac{\lambda_{\text{ماء}}}{\lambda_{\text{نش}}} = \frac{373}{6000} = 0.5 \Rightarrow \lambda_m \approx 8 \mu m$$

٢٨) الطول الموجي المصاحب لدرجة الفوتون متناسباً عكسياً
مع كمية التواتر وعلى تبع طاقته

٢٩) عند سقوط فوتون طول الموجة 5 \AA اختروم على سطح
معدنية المسافة البينية لذراته 8 \AA اختروم فأين
هذا الفوتون حين يمر باتجاهه (النموذج الميكروكوي)

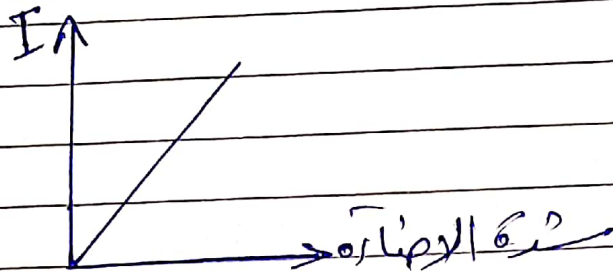
٣٠) عند سقوط فوتون طول الموجة 10 \AA اختروم على سطح
معدنية المسافة البينية لذراته 5 \AA اختروم فأين هذا
الفوتون تنقله عليه (النموذج الماكروكوي)

٣١) الجد البياني المعبر عن العلاقة بين شدة التيار الكهربائي
وشدة الإشعاع عند تردد أقل من التردد طرح للفوتون
هو

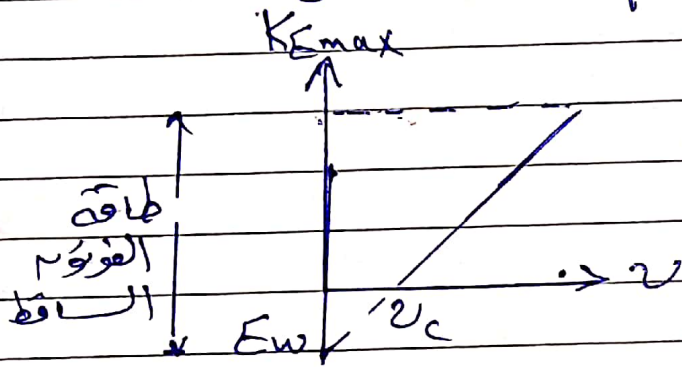


⑨ اسرار د الكبر صفي

٣٥) الشكل البياني المبرسم العلاقة بين سرعة التيار الكهروضوئي وسرعة الإضاءة عند تردد أكبر من التردد المخرج للفتور السطحي هو



٣٦) العلاقة البيانية بين طاقة الإلكترونات العظمى ($K_{E_{max}}$) وفrequencies ومتردد الضوء الساطع هي



مائل ميله $Slope = h$

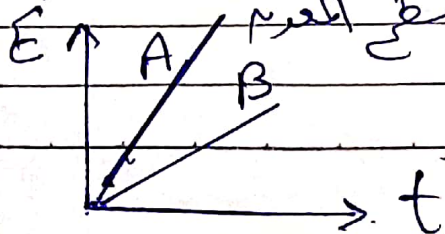
حيث ν_c : تردد المخرج
 E_w : دالة العمل للمعدن
 مع العلاقة

$$K_{E_{max}} = E - E_w$$

$$K_{E_{max}} = h\nu - h\nu_c$$

الميزان المقطوع $ax - d$
 من محور السينات \rightarrow الميزان المقطوع \rightarrow الميل \rightarrow سرعة التيار الكهروضوئي

٣٧) الشكل البياني التالي يبين العلاقة بين الطاقة التي تضاف لها أثناء تسليط الضوء على المعدن (A) في المستوى الأول وفي المعدن (B) في المستوى الثاني (B) في المستوى الثاني (B) في المستوى الثاني



(٣٥) لكل السيات المعبر عن العلاقة بين عدد الفوتونات «N» للضوء التي اطلقت على سطح فلز وسرعة الإلكترونات المنبعثة «v» عندما يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج للسطح هو

v

طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة وبالتالي سرعتها تعتمد فقط على تردد الضوء الساقط

وهي أكبر التردد قد شئت عند قيمة معينة أكبر من التردد الحرج في زيادة عدد الفوتونات أي شدة الاضاءة لا يؤثر في القيمة العظمى لطاقة حركة الإلكترونات أو سرعتها ولكن التأثير فقط في زيادة عدد الإلكترونات المنبعثة أي شدة السيات الكهروضوئي.

(٣٦) النسبة بين طاقتي الحركة للإلكترونات المنبعثة من سطح فلز من نقطة عليها ضوء أكبر في تردده من التردد الحرج لسطحها هي

$$\frac{KE_1}{KE_2} = \frac{v_1 - v_{c1}}{v_2 - v_{c2}}$$

(٣٧) النسبة بين مربعي سرعتي الإلكترونات المنبعثة من سطح فلز من نقطة عليها ضوء ذو تردد أكبر من التردد الحرج لسطحها هي

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{v_1 - v_{c1}}{v_2 - v_{c2}}$$

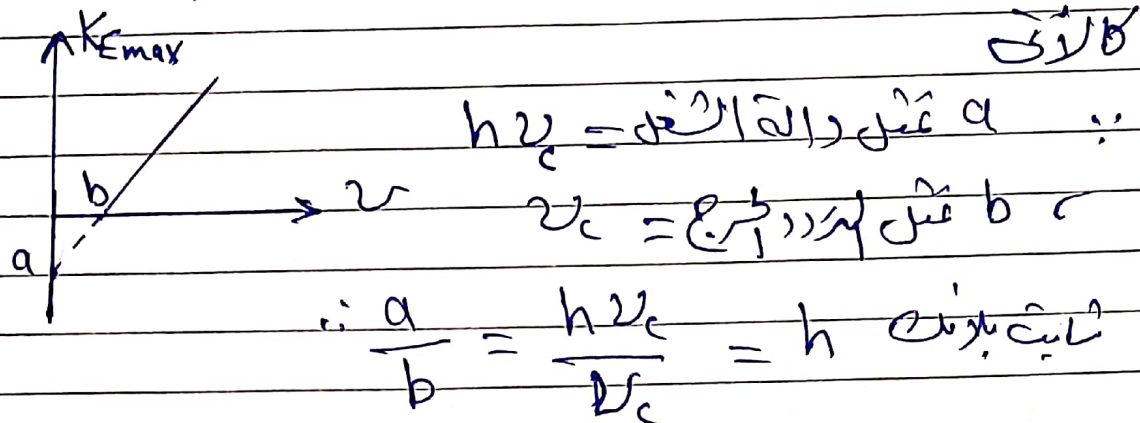
(٣٨) النسبة بين طولي الموجة طيسيم يتم تعجيلها باستلام فرقي

حيث v سرعة الموجة m الكتلة e الشحنة

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{m_2 e_2 v_2}{m_1 e_1 v_1}}$$

(11) اسرار الكهرسوف

(39) من الشكل البياني المقابل عيّن صيغ النسبة بين قيمتي b و c



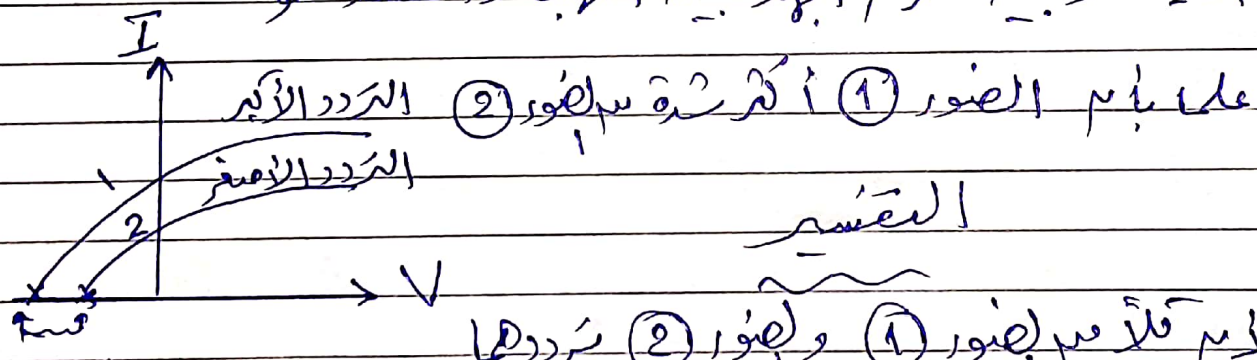
(40) لايجوز القول بكون موجي للضوء الباقط على سطح فلز يودي الى الانبعاثات الكهرسوفية هو

حيث C : سرعة الضوء

$\lambda_{max} = \frac{hc}{E_w}$

و E_w : دالة الشغل للفلز

(41) الشكل البياني المبرسم العلاقة بين سرعة التيار الخارج دائرة خلية كهروكيميائية ويتردد الضوء الباقط على مهبط الخلية وبين فرق الجهد بين المهبط والمصدر هو

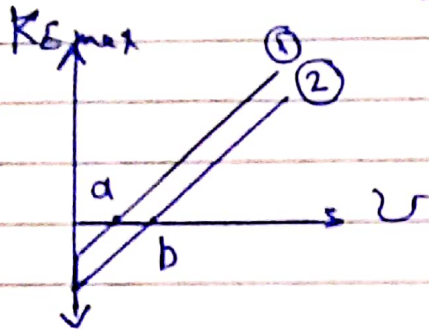


بمعنى اختلاف كثرة

يزيد من عدد الفوتونات الباقطة على وحدة المساحة للفلز في وحدة الزمن وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات التي تتحرر أي زيادة سرعة التيار الكهرسوفية عند نفس فرق الجهد بين المصدر والمهبط

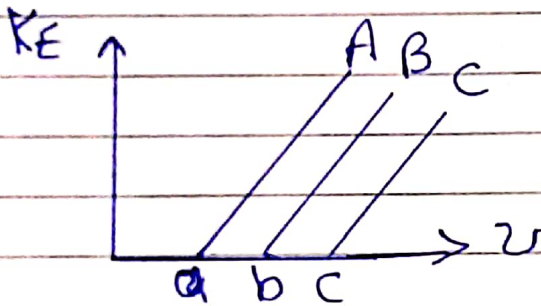
(12) اسرار الكهرطيسي

(٤٢) كل البات المعد من العلاقة بين طاقة المرة العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح معدني عند تردد الضوء الساقط على كل منها هو



حيث a : التردد طرح للسطح ①
 b : التردد طرح للسطح ②

(٤٣) عند السؤل مع أي المعاد لا شيعت من الإلكترونات عند سقوط ضوء عليها تردده (٢١) مثلاً من خلال الشكل البياني الموضي .



فلا بد من المقارنة بين ν_0 وقسم
 $a, b, c \leftarrow$ الترددات طرح للمعاد
 A, B, C مع الترتيب وصلاً بين
 تحديد الإجابة

(٤٤) قيمة السرعة للإلكترون يتم تحصيله باستخدام فرقة جهد V يتغير مع العلاقة

$$V = \sqrt{\frac{2eV_0}{m_e}} \quad \begin{matrix} \text{فرقة} \\ \text{الجهد} \end{matrix}$$

(٤٥) الفكرة العلمية لأجهزة الاستعار مع بعد أو أجهزة الرؤية الليلية من الإشعاع الحراري

(٤٦) من تطبيقات استخدام الأشعة تحت الحمراء : الكشف عن ثروات الأرض والاستعار مع بعد وأجهزة الرؤية الليلية

(٤٧) خلية كهروكيميائية تُراد ارتفاع سرعة التيار الكهربائي

المسبب منها

الإيجابية

حيث أم الخلية سبقت منها تيار فإم تردد الضوء هذه الحالة لا تكون له أي تأثير لأنه يتجاوز التردد الجرج وتلك سعة الضوء هو العامل المؤثر في سعة التيار الكهربائي وعلى فإم

انقاص سعة الضوء الساطع على المعدن هو الإيجابية

(٤٨) أيها تفضل للإطلاع ميار كهرضوئي على معدن

(P) استلام ضوء الأحمر شديد الطوع

أو (ب) = = أنزعه خافت

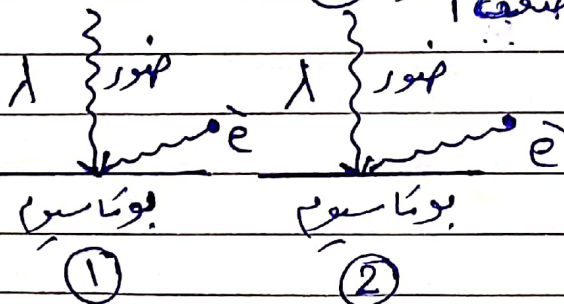
علماً بأن التردد الجرج على معدل تردد الضوء الأصفر

الإيجابية

مع الواضح أنه بفضل الضوء الأزرق لأن تردده أكبر
مع تردد الضوء الأصفر وبالكافي أكبر من تردد الجرج
فكس الضوء الأحمر.

(٤٩) عند الإشغال مع اللون (١) إلى اللون (٢) فإم تأثير ذلك على

كل مع علماً بأن أشعة (١) = ضعف أشعة (٢)



(P) طاقة الفوتون الواحد:

لا تتغير لأشعة ثابتة

(ب) دالة الشغل للمعدن

ثابتة لأنها تتوقف على نوع المعدن

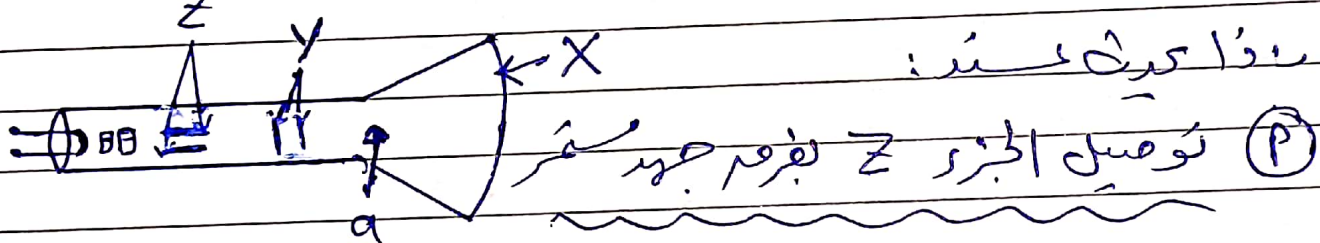
(١) النهاية العظمى لطاقة حركة الإلكترونات المنبعثة

لا تتغير لأنها متوقفة على تردد الضوء وهو ثابت لأن المعدل الموجه ثابت

(د) شدة التيار الكهربائي

تتضاعف لأنه متوقف على شدة الضوء طالما كان التردد أكبر من التردد الحرج.

(٥) في الشكل المقابل، أنشوية أشعة الكاثود



تتغير أشعة الإلكترونات ناحية القطب الموجب (الوع الذي يحمل شحنة موجبة)

ولا يحدث مع لثاثة بـ حاله للإلكترونات بشكل رأس

(ج) اختصار الجذر γ

لهم يتم مع شعاع الإلكترونات لثاثة بـ الو أفقى

(ح) عدم طلاء الجذر γ بمادة فلورية

لهم يحدث عندها وميض عند سقوط شعاع الإلكترونات على

(٥) يعتبر تأثير كومبتون دليلاً على أن للصور خاصية جسيمية

(دقائقية)

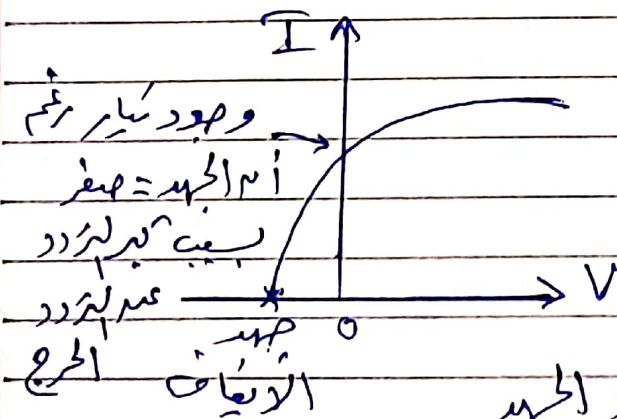
(15) استمرار الحركة

(٥٢) فالتأثير الفيزيائي الكلاسيكي في تفسير ظاهرة كوتونجراف الأثر
المتحدث على كوتونجراف للصور خصائصه متوجهة فقط ولم تراعى السلوك
الحقيقي له.

(٥٣) تتجلى في ظاهرة كوتونجراف خاصية تقارب كمية التحرك وخاصية
تقارب الطاقة حيث أن مجموع قيمتي تحرك الفوتون والإلكترون
قبل وبعد التصادم بينهما تظل ثابتة ، كما أن مجموع طاقتي
الحركة لهما قبل وبعد التصادم تظل ثابتة.

(٥٤) يعتبر تصادم الفوتون مع الإلكترون في تجربة كوتونجراف من
التصادمات غير المرنة كدونه تغير في سرعة كل
منها قبل وبعد التصادم.

(٥٥) تعتبر حيز الإيقاف في الخلية الكاثودية هو أصغر
جهد ثابت يكفي لجعل السيار متوقفاً عند الأشعة
المحاذية ، حيث أن عند



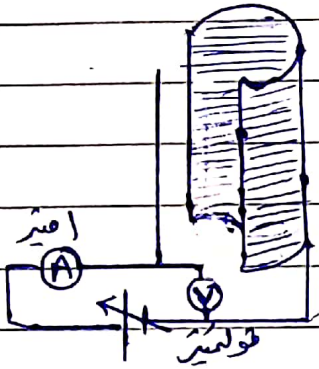
(٥٦) جعل جهد الأتود موجب في خلية
فإنه يجذب المزيد من الإلكترونات
من الكاتود حتى يصل إلى ما يسمى
بسيار الساتيع وهو لا يزيد لهما زاد الجهد
الموجب للأتود.

(٥٧) ولقد جعل جهد الأتود سالباً فإنه يعمل على رد الإلكترونات
الواردة إليه حتى يتقطع منع أسرع الإلكترونات واردة
إليه فتتوقف السيار ويسمى هذا الجهد «جهد الإيقاف».

١٦) اعداد التجارب

٥٦) في الخلية الكهروضوئية الموضحة بالشكل.

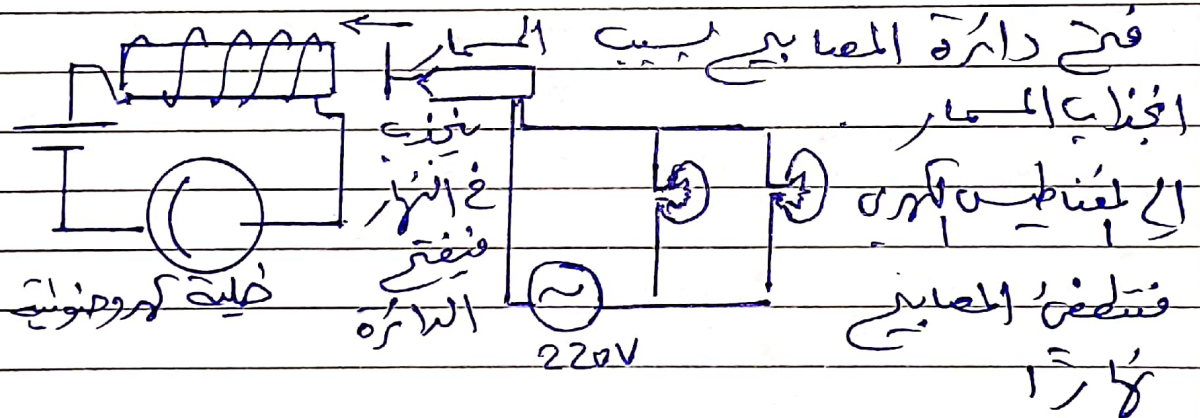
١) تعتبر دائرة الخلية في هذه الحالة مفتوحة



لأنه لم يسقط ضوء على الكاثود فيؤدي إلى انبعاث الإلكترونات منه إلى الأنود لخلق الدائرة الكهربائية وبالتالي يتغير إحصاء هو مفتاح الدائرة يغلقها ويفتحها.

٢) استدل ما كانت الخلية الكهروضوئية في الحالات التطبيقية

١) إشارة وإظهار التوافق آليا فيه التآزر تعمل على



وفي الحال عند عدم سقوط الضوء على الكاثود يعود التيار إلى دائرة فيمر فيل التيار وتضاء المصابيح للآلة.

٣) فتى الزوايا آليا بنفس الطريقة سابقة

٥٧) في ظاهرة كومبتون يحدث لفوتون أشعة جاما بعد تشتت زبادة في طول الموجة ونقص في طاقته وتزداد

٥٨) في ظاهرة كومبتون السبب تشتت الإلكترون قبل الاصدام إلى كتلته بعد الاصدام يكون الواحد

١٧) إعادار الحركه

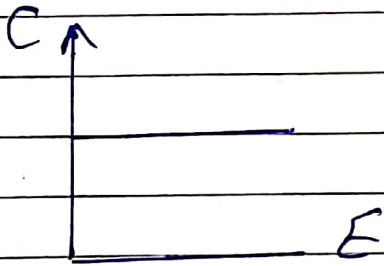
٦٩) عندما يصطق فوتون بالكترون ثم يصطق بالكترون آخر فإم ذلك سبب في زياده طول الموضع في كل مره.

٦٨) النسبه بين طاقه الفوتون بعد الاصدام الى طاقته قبل الاصدام في تأثير كومبتون تكون اقل من الواحد.

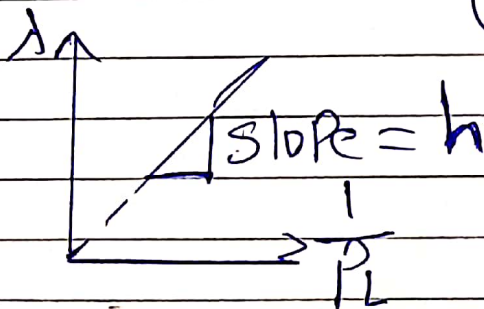
٦١) سرعة موجة الاشعاع اللامعناطيه تكون ثابتة مهما تغير طول الموضع او تغير تردده.

٦٢) لا تعتمد كمية حركه الفوتون على سعة الشعاع الهوائي بل تعتمد على تردده $(\frac{h\nu}{c})$

٦٣) الشكل البياني المبرسم العلاقة بين طاقه الفوتون (E) وسرعته (C) معيد من الشكل



٦٤) ميل الخط المستقيم الممثل للعلاقة بين ^{مقلوب} $\frac{1}{\lambda}$ و $\frac{1}{P_L}$ هو h (المول الموضي يكون مساوياً (h))



لأن $\lambda = \frac{h}{P_L}$ معادله دي بروي

٦٥) اذا زادت كمية تحرك P بمقداره 25% فإم طاقه حركته تزداد بنسبه 56% لأن $\Delta P_L = m \Delta V = 1 + 0.25 = 1.25$

أي أن السرعة زادت بـ 1.25 من سرعتها الاول
بـ مربع السرعة تزداد إلى 1.56 فتكون نسبه الزيادة

(18) تردد الكهروضوئي

في السرعة = $1 - 0.56 = 0.44$

في طاقة الحركة تردد او بنفس نسبة زيادة السرعة = 56%

(٦٦) النسبة بين طاقتي حركة جسمين من العلاقة :

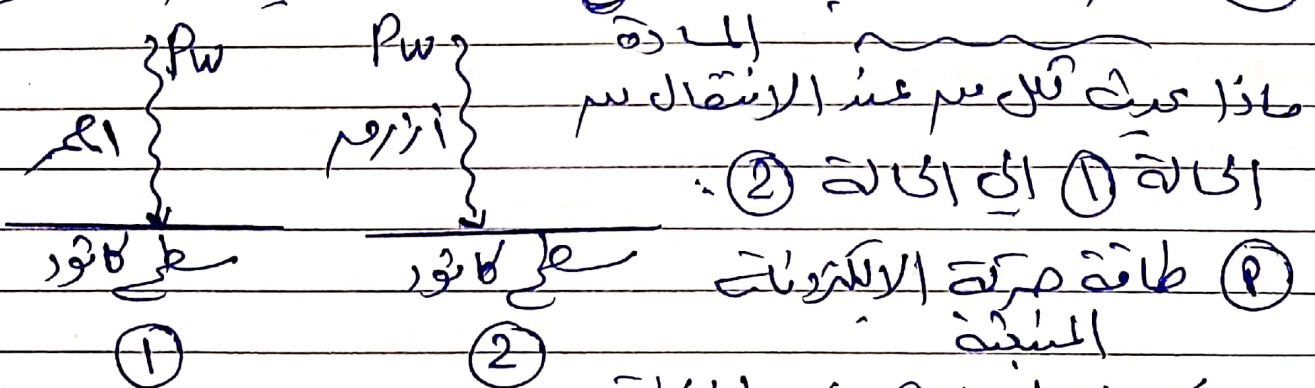
$$\frac{KE_1}{KE_2} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2} = \frac{m_2 \lambda_2^2}{m_1 \lambda_1^2}$$

(٦٧) النسبة بين القوى التي تؤثر بها شعاعين من نفس المصدر على سطح عاكس ما من العلاقة :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{P_{w1}}{P_{w2}}$$

(٦٨) عند سقوط شعاعين من نفس المصدر على سطح عاكس بترددات مختلفتين وبمساحة الفتحة ثابتة النسبة القوة التي تؤثر بها الشعاع ذو التردد الأقل : القوة التي تؤثر بها الشعاع ذو التردد الأعلى كنسبة 1:1

(٦٩) من الشكل المقابل : سطح الكاثود في الماكينة من نفس نوع



(19) عدد الفوتونات

(ج) عدد الفوتونات n الـ n فوتون على الكاثود في الثانية الواحدة
تقل لزيادة طاقة الفوتونات n الـ n فوتون

(د) دالة التغير لسطح الكاثود
ثابت لثبات نوع المادة

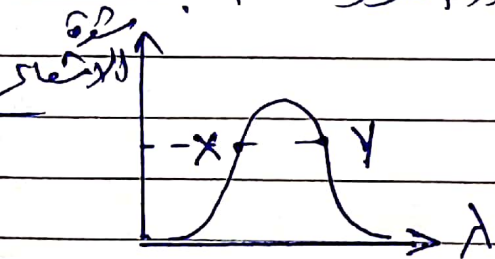
(٦٩) عند زيادة طاقة فوتون n إلى n مرة فإنه عليه
تقسيم نسبة التغير في الطول الموجي n إلى n مرة

سرطان العلاقة

$$\Delta \lambda = \left[100 - \sqrt{\frac{1}{n}} \right] \%$$

(٧٠) تعتمد فكرة عمل الميكروسكوب الإلكتروني على الطبيعة الموجية
للإلكترونات التي تعتمد على زيادة سرعة انتقال
الإلكترونات مما يؤدي إلى نقص الطول الموجي للموجة ليصلها
إلى الحد الذي يقارب أبعاد الفيروس

(٧١) في مخطط بلانك الموضح بالأسفل فإين عدد الفوتونات المنبعثة



عند نقطة Y أكبر من نقطة X لأنه
عند نقطة Y التردد أقل وبالتالي فعدد
الفوتونات أكبر على X .